

# **Palvelimien virtualisointi**

## **Pelipalvelimet**

Miika Seppänen

OPINNÄYTETYÖ  
Lokakuu 2019

Tietotekniikka  
Tietoliikennetekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tietotekniikka  
Tietoliikennetekniikka

MIIKA SEPPÄNEN:  
Palvelimien virtualisointi

Opinnäytetyö 29 sivua, joista liitteitä 1 sivua  
Lokakuu 2019

---

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia erilaisia tietokoneiden virtualisointimenetelmiä ja niiden mahdollisuuksia palvelimien, erityisesti moninpelipalvelimien resurssienkäytön tehostamiseksi. Työssä keskityttiin pienten organisaatioiden hyötyihin sekä laajemmin ekologiseen hyötyyn.

Virtualisointi on kuluvalle vuosikymmenellä yleistynyt sen tarjoamien mahdollisuuksien sekä virtualisointisovellusten kehittymisen ansiosta. Alati kehittyvä teknologia sekä virtualisointiohjelmistot tarjoavat jatkuvasti tehokkaampaa virtualisointia virtualisoinnin aiheuttaman prosessointiviiveen (overhead) vähentyessä. Tämän ansiosta yhä useammassa palvelinratkaisussa virtualisoidut palvelimet ovat hyvä vaihtoehto yksittäisille palvelinkoneille.

Siirryttäessä perinteisestä yksi kone, yksi käyttöjärjestelmä -mallista virtualisoinnin tarjoamaan tapaan ajaa yhdeltä fyysiseltä koneelta useita käyttöjärjestelmiä vähenee vaaditun raudan määrä, joka nykyaikana on toivottavaa materiaalien säästämiseksi. Fyysisten koneiden vähentyessä myös virrankulutus pienenee. Tämä on hyödyllistä niin organisaation taloudelle kuin ympäristölle.

Säästöjen lisäksi palvelimen ylläpito helpottuu jolloin palvelimen vakaus ja uptime kohoaa. Nykypäivän verkostoituneessa yhteiskunnassa tämä on äärimmäisen tärkeää, sillä tärkeiden palveluiden kuten pankkipalveluiden ja vahvan tunnistautumisen jatkuva toiminta pitää yhteiskunnan rattaat sulavassa liikkeessä.

---

Asiasanat: palvelimet, virtualisointi, tehokkuus, ekologia

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Computer Systems Engineering  
Telecommunications and Networks

MIIKA SEPPÄNEN:  
Virtualization of servers

Bachelor's thesis 29 pages, appendices 1 pages  
October 2019

---

The subject of the thesis was to research different virtualization methods and the possibilities they offer to optimize the use of resources on servers, especially servers hosting multiplayer games. The thesis focuses on the pros for small organizations and in general the ecological gains.

Virtualization has become mainstream due to the possibilities it offers as well as improvements in virtualization applications. Advances in technology and virtualization applications offer better and better virtualization with less overhead and lag, leading to virtualized servers being a good alternative to single-OS servers.

Transition from traditional one computer, one OS -model to virtualizing multiple operating systems on one physical computer lowers the need for materials, something that is desirable in today's world. With less hardware the amount of electricity needed is also lessened. This is valuable for both the economy of organizations as well as the environment.

Virtualization brings not only savings but also improvements to server administration, making servers more stable with increased uptime. In today's modern, networked society it is important for key services such as banking and identification to be in operation continuously.

---

Key words: servers, virtualization, efficiency, ecology

## SISÄLLYS

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | JOHDANTO.....                                     | 6  |
| 2     | PALVELIMET .....                                  | 7  |
| 2.1   | Yleisiä palvelintyypppejä .....                   | 7  |
| 2.2   | Palvelinkonfiguraatio.....                        | 8  |
| 3     | VIRTUALISOINTI.....                               | 11 |
| 3.1   | Virtualisointitekniikat .....                     | 11 |
| 3.1.1 | VMware.....                                       | 12 |
| 3.1.2 | Xen (Citrix Hypervisor).....                      | 13 |
| 3.1.3 | Proxmox .....                                     | 13 |
| 3.1.4 | Muita .....                                       | 14 |
| 3.2   | Palvelin .....                                    | 14 |
| 3.2.1 | Pelipalvelin.....                                 | 15 |
| 3.2.2 | Tiedostopalvelin.....                             | 16 |
| 3.2.3 | Web-palvelin.....                                 | 17 |
| 3.3   | Verkko-ominaisuudet.....                          | 17 |
| 4     | VAIKUTUKSET .....                                 | 18 |
| 4.1   | Resurssit.....                                    | 18 |
| 4.1.1 | Suoritinytimet, keskusmuisti, tallennustila ..... | 20 |
| 4.1.2 | Muut resurssit.....                               | 20 |
| 4.2   | Ylläpito .....                                    | 20 |
| 4.2.1 | Sovelluspäivitykset .....                         | 21 |
| 4.2.2 | Rautapäivitykset.....                             | 22 |
| 4.2.3 | Varmuuskopionti.....                              | 22 |
| 4.2.4 | Testaaminen .....                                 | 23 |
| 4.3   | Tehokkuus.....                                    | 23 |
| 4.3.1 | Overhead .....                                    | 24 |
| 5     | POHDINTA.....                                     | 26 |
|       | LÄHTEET.....                                      | 27 |
|       | LIITTEET .....                                    | 29 |
|       | Liite 1. Facebookin konesali, Luulaja Ruotsi..... | 29 |

**LYHENTEET JA TERMIT**

|               |  |
|---------------|--|
| distro        | Linux käyttöjärjestelmän jakeluversio                      |
| FPS           | First Person Shooter                                       |
| hot swap      | tekniikka joka mahdollistaa komponenttien vaihdon lennosta |
| hypervisor    | sovellus joka luo ja ylläpitää virtuaalikoneita            |
| instanssi     | eristetty toimintaympäristö                                |
| MMORPG        | Massive Multiplayer Online Roleplaying Game                |
| OS            | Operating System   |
| overhead      | tehtävän suorittamiseen käytetyt ylimääräiset resurssit    |
| räkki         | palvelinpinon sisältävä hylly                              |
| sandbox       | virtuaalikoneen eristetty toimintaympäristö                |
| serveri       | palvelin   |
| snapshot      | kopio virtuaalikoneesta                                    |
| uptime        | palvelimen päälläoloaika                                   |
| virtuaalikone | aitoa tietokonetta vastaava virtuaalinen kone              |

## 1 JOHDANTO

Alati kehittyvässä yhteiskunnassa tietoverkot ovat suuressa roolissa niin yhteydenpidon, kaupankäynnin, politiikan kuin viihteen osalla. Erilaisten kanavien kuten internetin sosiaalisen median sivustojen kautta miljoonat ihmiset ovat jatkuvasti yhteyksissä toisiinsa sekä esimerkiksi verkkopankkien ja tunnistautumispalveluiden käyttö on virallisissa asioinneissa arkipäivää, joten näiden palveluiden jatkuvan toimivuuden varmistaminen on avainkysymys jopa yhteiskuntien toimivuuden kannalta.

Palvelimien vakauden lisäksi myös tehokas virrankäyttö on tärkeää kun ottaa huomioon palvelimien määrän ja yhteenlasketun sähkönkulutuksen. Palvelimien keskittäminen virtualisointia hyväksikäyttäen vähentää tarvittavan raudan ja virran määrää sekä mahdollistaa erilaisia tekniikoita hyväksikäyttäen palvelimille korkeampaa päälläoloaikaa myös päivitysten, asennusten ja huoltotöiden aikana.

Virtualisoinnin käyttöönotto ja jatkuva optimointi onkin yksi vaihtoehto ekologiseen ja tehokkaaseen toimintaan, varsinkin kun kyseessä on suuria määriä palvelimia vaativat palvelut tai yritykset.

Tässä työssä keskityttiin verkossa pelattavien moninpelien, etenkin MMORPG -pelien tilanteeseen ja tutkimme mitä hyötyjä virtualisoinnista on sekä miten mahdollisia haittoja voidaan minimoida.

## 2 PALVELIMET

Palvelimet ovat tietokoneella suoritettavia palvelinohjelmistoja jotka tarjoavat palveluita käyttäjille tietoverkon välityksellä, kuten esimerkiksi sosiaalisen median sivustot (Facebook, Twitter). Palvelimeksi kutsutaan myös tietokonetta jolla palvelinohjelmistoa suoritetaan. Nimitys 'serveri' on myös yleisesti käytössä, etenkin epävirallisissa konteksteissa.

Palvelimen käyttäjäkunta voi olla mitä tahansa muutaman käyttäjän lokaalista tiedostopalvelimesta ympäri maailman käytössä olevaan palveluun kuten esimerkiksi Spotify ja edellä mainitut sosiaalisen median sivustot.

Suorittavan tietokoneen (tai suurten palveluiden tapauksessa tietokoneiden) vaadittu laskenta- ja muistikapasiteetti riippuu palvelimen käyttötarkoituksesta sekä käyttäjäkunnasta. Miljoonien käyttäjien palvelut eivät pyöri sulavasti samalla raudalla kuin kolmen henkilön lokaali tiedostopalvelin.

### 2.1 Yleisiä palvelintyyppisiä

Koska palvelin voidaan luoda lähes minkä tahansa palvelun tarpeisiin, on erilaisia palvelintyyppisiä valtava määrä. Alla esitettynä yleisimpiä palvelintyyppisiä.

- Verkkosivupalvelin: Palauttaa selaimen pyynnöstä sisältöä verkkosivulta
- Tiedostopalvelin: Jakaa palvelimen massamuistin vapaata tilaa ja sillä säilytettäviä tiedostoja verkon asiakkaille
- Pelipalvelin: Ylläpitää jonkin pelin palvelinta johon käyttäjät voivat verkon kautta liittyä
- Nimipalvelin: Selvittää verkon käyttäjän/kohteen nimeä vastaavan verkko-osoitteen tai verkko-osoitetta vastaavan nimen
- Sähköpostipalvelin: Välittää ja vastaanottaa käyttäjien sähköpostiliikennettä
- Tietokantapalvelin: Ylläpitää tietokantaa josta voidaan hakea ja jonne voidaan tallentaa dataa

- Tulostuspalvelin: Vastaanottaa tulostustöitä asiakkailta tulostusjonoon ja ohjaa ne tulostimille

## 2.2 Palvelinkonfiguraatio

Palvelinsovellus toimii palvelintietokoneella, joka voi olla mikä tahansa laite joka kykenee suorittamaan palvelinsovellusta, esimerkiksi kotitietokone, kannettava tietokone, älypuhelin, Raspberry Pi tai erityisesti palvelinkäyttöön suunniteltu tietokone. Huomiomme keskittyy tässä työssä dedikoituihin palvelimiin.



KUVA 1. Dedikoitu palvelin Intel Xeon suorittimella (GIGABYTE. GIGABYTE Introduces its Line of Barebone Rack Servers Based on the Intel Xeon Processor E5 Family)

Palvelimien laajan käyttötarkoitusten määrän johdosta suorittavan tietokoneen rautavaatimukset voivat olla täysin erilaiset ja tämä mahdollistaakin harrastelijatoiminnan sekä palvelimen rakentamisen pienelläkin budjetilla, kun käyttötarkoitus ei vaadi valtavaa laskentatehoa. Virtualisoinnin mukaanottaminen palvelinten suunnitteluvaiheessa mahdollistaa myös suurten palveluiden vaatimien konesalien raudan optimoinnin.

Pienen käyttäjämäärän tiedostopalvelinta voi ylläpitää laskentateholtaan vähäisellä keskusyksiköllä ja pienellä määrällä muistia, sillä ratkaiseva tekijä on tallennustila ja pieni käyttäjämäärä ei vaadi paljoa laskentatehoa. Tällaiseen käyttöön soveltuu mm. luottokortin kokoinen tietokone Raspberry Pi.



KUVA 2. Raspberry Pi -tietokone (Wikipedia. Raspberry Pi)

Facebookin kaltainen miljoonien käyttäjien palvelu tai verkossa pelattava moninpeli taas vaatii valtavan määrän laskentatehoa sekä myös tallennustilaa, jolloin puhutaan useista dedikoiduista palvelimista varmuuskopioineen sekä testiympäristöineen. Yhden tietokoneen sijaan palvelua pitää yllä kokonaiset konesalit.

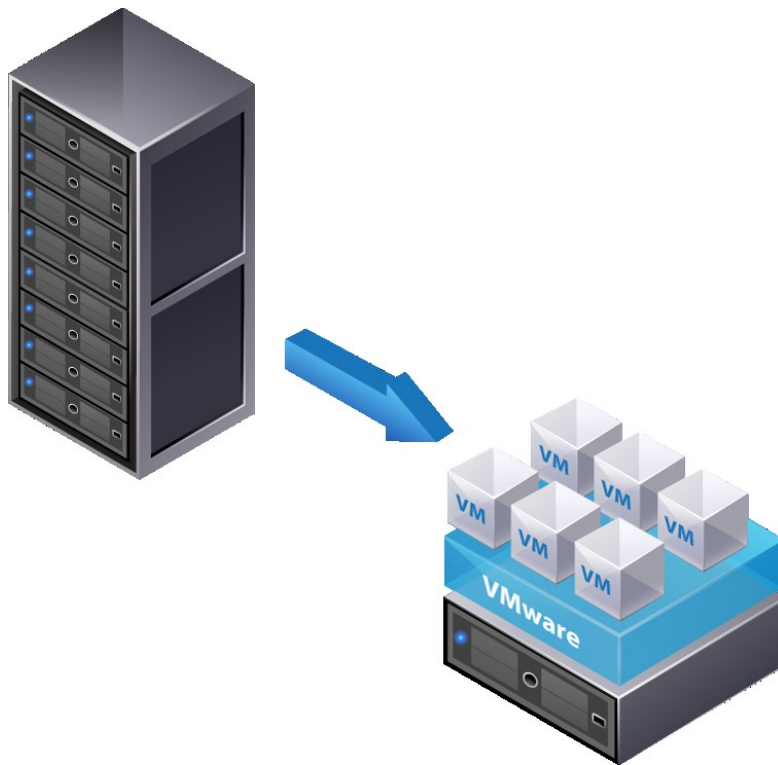


KUVA 3. Facebookin konesali, Luulaja Ruotsi (Daily Mail. That's really cool:

Facebook gives rare glimpse inside its gigantic Luleå server farm just 70 miles from the Arctic circle)

Perinteisesti palvelinkoneella on asennettuna käyttöjärjestelmä (esim Linux) johon halutut palvelut asennetaan. Tällöin yksi palvelin ylläpitää yhtä tai useampaa palvelua, käyttäen resursseja (suoritinytimiä, keskusmuistia) joiden optimointi suoritetaan käyttöjärjestelmässä ja mikäli käyttöjärjestelmä kaatuu, pääsy jokaiseen palveluun menetetään.

Virtualisoimalla voidaan yhdellä palvelinkoneella ajaa useita käyttöjärjestelmiä yhtä aikaa ja allokoida jokaiselle käyttöjärjestelmällä haluttu määrä suoritinrytmiä ja keskusmuistia. Resurssienhallinnan lisäksi varmuuskopiointi- ja päivitysmahdollisuudet paranevat ja yhden virtuaalikoneen kaatuminen ei vaikuta muihin palvelimen virtuaalikoneihin.



KUVA 4. Serveriräkistä virtuaalipalvelimiksi (Medium. Virtualization and Hypervisors)

### 3 VIRTUALISOINTI

Virtualisoinnilla tarkoitetaan sellaisen virtuaalisen koneen luomista, joka toimii kuin oikeaan tietokoneeseen asennettu käyttöjärjestelmä. Luonnin suorittaa isäntäkoneella hypervisoriksi kutsuttu sovellus.

Virtuaalikoneelle allokoidaan oikean tietokoneen resursseista kuten suoritusnopeutta, keskusmuistista ja tallennustilasta haluttu osa joka on riittävä halutun palvelun ylläpitämiseen, jolloin jäljelle jäädyt resurssit voidaan edelleen jakaa muille palvelimella pyöriville virtuaalikoneille.

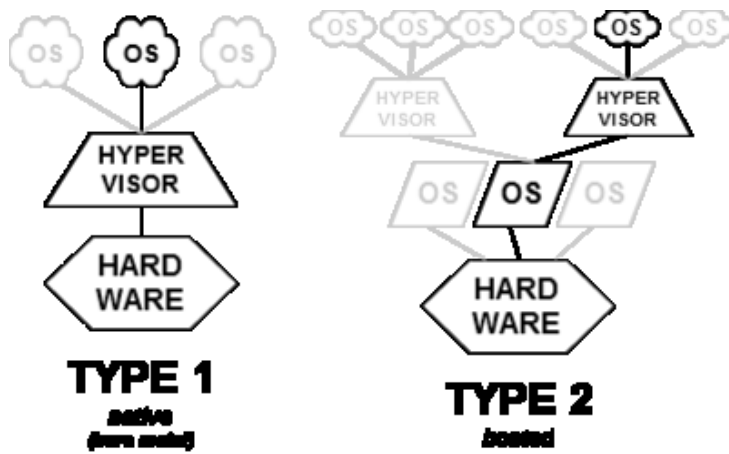
Virtuaalikoneet suoritetaan sandbox -tilassa isäntäkoneella, jolloin virtuaalikone on eriytetty muista isäntäkoneen ohjelmistoista eikä se vaikuta muiden isäntäkoneen ohjelmistojen toimintaan, vaikka rauta onkin fyysisesti sama.

Virtualisoimalla käyttöjärjestelmiä voidaan palvelimen resurssit ottaa paremmin käyttöön sekä pienentää ongelmatilanteiden vaikutusaluetta. Varmuuskopiointi onnistuu helposti ja päivitykset voidaan ajaa lähes lennosta sisään.

#### 3.1 Virtualisointitekniikat

Käytettävissä olevia virtualisointimahdollisuutta tarjoavia ratkaisuja on tarjolla suljetulla ja avoimella lähdekoodilla olevia, niin maksullisia kuin ilmaisia sovelluksia.

Osa sovelluksista on tarkoitettu esimerkiksi Windowsissa suoritettavaan virtuaalikoneiden luomiseen (tyypin 2 hypervisor) kun taas osalla on tarkoitus korvata allaoleva käyttöjärjestelmä suoraan virtualisointisovelluksella, jolloin virtualisointi ei vaadi isäntäkäyttöjärjestelmää vaan toimii natiivina, suoraan raudan päälle virtualisoivana sovelluksena (tyypin 1 hypervisor). Jälkimmäinen tapa eli tyyppi-1 on tarkoituksenmukaista kun halutaan mahdollisimman hyvin optimoitu virtuaalipalvelin.



KUVA 5. Tyypin 1 ja 2 hypervisorit (Wikipedia. Hypervisor)

### 3.1.1 VMware

VMware on ohjelmointiyritys joka tarjoaa olemassaolevaan käyttöjärjestelmään asennettavia sovelluksia (tyyppi-2 hypervisor) kuten VMware Workstation ja sen kuluttajakäytössä ilmainen versio VMware Workstation Player. Nämä sovellukset eivät kuitenkaan ole yhtä tehokkaita kuin tyypin 1 hypervisor -sovellus VMware ESXi.

VMware ESXi on tyypin 1 hypervisor eli se toimii natiivina, virtualisoiden suoraan raudan päälle toisin kuin isäntäkäyttöjärjestelmään kuten Windows asennettavat vaihtoehdot. Sovellukseen on saatavilla lukuisa määrä lisäominaisuuksia mm. helpottamaan usean virtuaalikoneen ylläpitämistä sekä varmuuskopioiden ja virtuaalikoneiden siirtoa.

Taulukko 1. VMWare ESXi ominaisuuksia

| Tuetut suoritinarkkitehtuurit | Tuetut virtualisoitavat käyttöjärjestelmät   |
|-------------------------------|--|
| x86, x86-64                   | Windows, Linux, Solaris, FreeBSD, OSx86 (FreeBSD), Netware, OS/2, SCO, BeOS, Haiku, Darwin |

(VMware. ESXi)

### 3.1.2 Xen (Citrix Hypervisor)

Xen (nykyään Citrix Hypervisor) on Cambridgen yliopistossa suunniteltu avoimen lähdekoodin tyyppin 1 hypervisor jonka kehityksestä vastasi Linux Foundation, nykyään Citrixin omistuksessa. Tyyppin 1 hypervisorina Xen toimii natiivina raudan päällä eikä vaadi isäntäkäyttöjärjestelmää. (Xen Project)

Taulukko 2. Xen ominaisuuksia

| Tuetut suoritinarkkitehtuurit | Tuetut virtualisoitavat käyttöjärjestelmät               |
|-------------------------------|--|
| x86, x86-64, ARM, PowerPC     | Windows, Linux, FreeBSD, MiniOS, NetBSD, Solaris, Plan 9 |

(Citrix. Citrix Hypervisor)

### 3.1.3 Proxmox

Proxmox Virtual Environment on ilmainen avoimen lähdekoodin palvelinvirtualisointisovellus. Se on Debian pohjainen Linux-distro joka tarjoaa kahta mahdollisuutta virtualisointiin, isäntäkäyttöjärjestelmän kautta tapahtuvaa virtualisointia Linux Containers (LXC) -tekniikan kautta sekä kernelillä tapahtuvaa virtualisointia Kernel-based Virtual Machine (KVM) -tekniikan kautta.

Taulukko 3. Proxmox VE ominaisuuksia

| Tuetut suoritinarkkitehtuurit | Tuetut virtualisoitavat käyttöjärjestelmät   |
|-------------------------------|--|
| x86-64                        | Windows, Linux, Solaris, FreeBSD, OSx86 (FreeBSD), Netware, OS/2, SCO, BeOS, Haiku, Darwin |

(Proxmox. Proxmox VE)

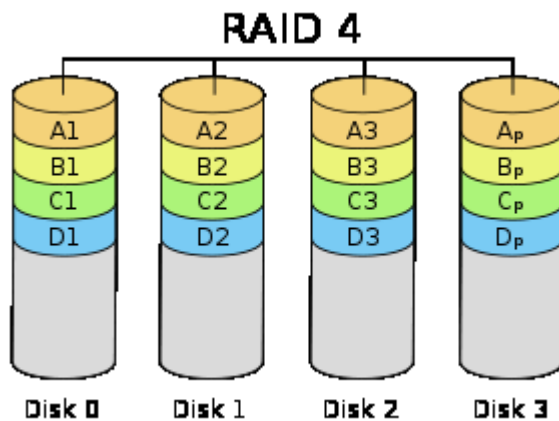
### 3.1.4 Muita

Edellämainittujen sovellusten lisäksi tarjolla on lukuisia useita sovelluksia, esimerkiksi Microsoftin Hyper-V, Oraclen VirtualBox, QEMU ja DOSin virtualisointiin tarkoitettu DOSBox.

## 3.2 Palvelin

Palvelimen fyysinen konfiguraatio riippuu mihin käyttötarkoitukseen palvelin rakennetaan. Suunnittelemalla palvelin rautatasolta asti optimoidusti säästetään kustannuksissa eikä palvelimen tehokkuus kärsi. Yhteistä palvelimilla on niin resurssien optimointi kuin vakaus sekä varmuuskopiot.

RAID-konfiguraatioita käyttäen voidaan kiintolevyt asettaa mirroroimaan toisiaan eli kiintolevy B on identtinen kopio kiintolevystä A, jolla palvelin pyörii. Kiintolevy B toimii yksinkertaisen RAID-järjestelmän varmuuskopiokiintolevynä jolloin Kiintolevyn A virhetilanteessa kiintolevy B voidaan ottaa käyttöön.



KUVA 6. Tyypillinen RAID 4 konfiguraatio (Wikipedia. Standard RAID levels)

Laskentateho ja muistikapasiteetti on kohdennettua suunnittelua eri palvelintyypeille. Moninpelipalvelin tarvitsee suuren määrän laskentatehoa kun taas tiedostopalvelimen suunnittelussa voidaan keskittyä tallennustilan riittävään määrään.

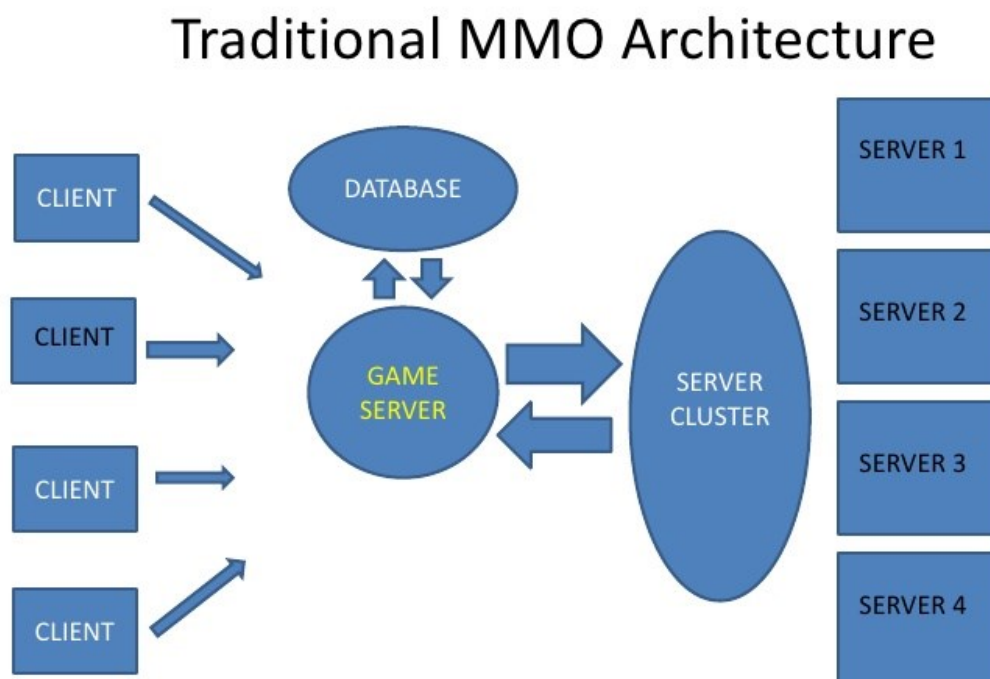
Yhteistä kaikilla palvelimilla on palvelun luotettavuuteen ja vakauteen panostaminen. Tämä onnistuu hyödyntämällä laadukkaita komponentteja virransyötössä ja

tallennustilassa, RAID-konfiguraatioita sekä virtualisoinnin mahdollistamia varmuuskopioita ja niiden helppoa käyttöönottoa vikatilanteissa.

### 3.2.1 Pelipalvelin

Pelipalvelin ylläpitää monipelattavan pelin maailmaa ja tapahtumia yhdistäen palvelimelle liittyvien pelaajien kokemukset yhteen. Palvelin lähettää yhteydessä oleville pelaajille tietoa pelimaailmasta ja sen tilasta sekä vastaanottaa ja läpikäy pelaajien komentoja.

Moninpelein sulavan käyttökokemuksen saavuttamiseksi pelipalvelimen on omattava paljon laskentatehoa ja nopea yhteys viiveen minimoimiseksi. Tallennustilaa itse palvelin ei välttämättä tarvitse suuria määriä mikäli käytössä on pelaajien ja maailman muuttujien tiedot sisältävä tietokantapalvelin.



KUVA 7. Tyypillinen MMO-palvelin (SlideShare. Using the cloud to build a MMORPG)

Palvelimen resurssivaatimukset riippuvat ylläpidettävän pelin tyypistä ja pelaajien määrästä. Useat verkon kautta pelattavat pelit ovat luonteeltaan kertaluontoisia otteluita (FPS- ja strategiapelit) jotka eivät vaadi laajaa tietokantaa vaan enemmänkin tehokasta laskentatehoa viiveen vähentämiseksi. Tilastot tallennetaan ottelun jälkeen mutta tietokanta ei tarvitse valtavaa määrää tietoa esimerkiksi pelaajien varusteiden arvoista. MMORPG-palvelimien kohdalla tarkoitus on pitää pelimaailma jatkuvasti päällä, toisin kuin kertaluontoinen ottelu. MMORPG voi kuitenkin sisältää ”instansseja”, jotka ovat pelin sisällä rajattuja otteluita. Suuret käyttäjämäärät ja käyttäjiin liittyvä suuri määrä tietoa nostavat etenkin tallennustilan luotettavuuden sekä palvelimen uptimen merkitystä laskentatehon ohessa.

Viiveen pienentäminen palvelimen ja käyttäjän välillä ei yksin riitä luomaan immersivistä pelimaailmaa, mikäli palvelimen vakaus kärsii joko virhetilanteista tai useista aikaa vievistä päivityksistä. Laskentatehon lisäksi palvelimen komponenttien on oltava laadukkaita ja luotettavia ja virtualisoimalla palvelimen päivitysten vaatimaa alhaallaoloaikaa on mahdollista vähentää.

### **3.2.2 Tiedostopalvelin**

Tiedostopalvelimen tehtävä on toimia verkkoon liitettynä tiedontallennusvälineenä ja tämän tallennetun tiedon välittäjänä. Palvelimen asiakkaiden oletetaan suorittavan laskentatehoa vaativat työt jolloin itse palvelinta suunniteltaessa voidaan keskittyä tallennustilan maksimoimiseen luotettavasti toimivilla kiintolevyillä.

Tiedostopalvelin voi olla nimensä mukaisesti käyttäjien tiedostoille tallennustilaa verkon yli tarjoava palvelin tai toiselle palvelimelle toimiva tietokantapalvelin. Tietokantapalvelin ei tarjoa käyttäjille tallennustilaa vaan ylläpitää tietokantaa, josta jokin toinen palvelin hakee kysyttäessä tietoja.

Tiedostopalvelimella virtualisoinnin mahdollistaman varmuuskopioinnin lisäksi RAID-konfiguraatiot ovat merkittäviä tallennetun tiedon säilyvyyden varmistamiseksi.

Laskentatehossa tiedostopalvelimen kohdalla on mahdollista säästää, jolloin suorittimen tehon ja muistin määrän ei tarvitse olla samalla tasolla esimerkiksi pelipalvelimen

laskentatehon kanssa. Virtualisoitaessa tiedostopalvelimelle allokoidaan isäntäkoneelta suuri määrä tallennustilaa ja vain tarvittu määrä suoritinytimiä ja muistia. Näin laskentatehoa jää jaettavaksi sitä tarvitsevien virtuaalikoneiden tarpeisiin enemmän.

### **3.2.3 Web-palvelin**

Tiedostopalvelimen tapaan web-palvelin, etenkin staattisia sivuja ylläpitävä, ei tarvitse suurta määrää laskentatehoa ja useimmissa tapauksissa myös tallennustilavaatimukset ovat pienet web-palvelimen hakiessa ja tallettaessa tiedot nimetyltä tietokantapalvelimelta.

Web-palvelimen suunnittelussa keskittyminen palvelimen luotettavuuteen on tärkeää ja pienten tehovaatimusten ansiosta helppo toteuttaa halvallakin tietokoneella.

## **3.3 Verkko-ominaisuudet**

Palvelimet tarjoavat palveluitaan verkon kautta, joten nopeat ja luotettavat verkkoyhteydet ovat äärimmäisen tärkeässä roolissa palvelimia suunniteltaessa.

Tiedostopalvelin tehokkaassa tietokoneessa 10 Mbp/s yhteydellä aiheuttaa käyttäjille lähinnä turhautumista kun taas teholtaan hitaampi palvelin 1 Gbp/s yhteydellä siirtää tiedostot verkon yli rivakasti.

Kiintolevyn RAID-konfiguraatioiden tapaan verkkoyhteyksin toiminta on hyvä varmistaa kahdentamalla yhteydet, jolloin yhden verkkojohdon tai portin hajotessa liikenne ei katkea palvelimelle.

## 4 VAIKUTUKSET

Virtualisoimalla useita palvelimia samalle fyysiselle raudalle voidaan tehostaa palvelimen resurssienkäyttöä kohdennetusti jakamalla fyysiset resurssit virtuaalisina virtuaalikoneiden käyttöön virtuaalikoneen vaatimusten mukaan.

Tehokas resurssien jakaminen mahdollistaa laskentatehon, muistin ja tallennustilan optimaalisen jaon lisäksi helppoa ja tehokasta varmuuskopiointia virtuaalikoneiden snapshot -ominaisuuden muodossa. Snapshot on täysi kopio virtuaalikoneesta joka voidaan ottaa virtuaalikoneen käynnissä ollessa ja siirtää varmuuskopioksi myöhempää käyttöä varten. Snapshotit ovat hyödyllisiä varmuuskopioinnin lisäksi erilaisten päivitysten sisäänajamisen sekä testiympäristöjen luomisen kannalta.

Mahdollisuudet kustannusten ja hiilijalanjäljen pienentämiseen virtualisoinnin avulla ovat suuret vaikka haasteitakin on. Virtualisointi tuo mukanaan ylimääräisen askeleen sovellusten prosessointiin joka tuo viivettä, mutta kehitys virtualisointisovelluksissa pienentää rakoa virtualisoidun ja suoraan raudalla ajetun koodin välillä.

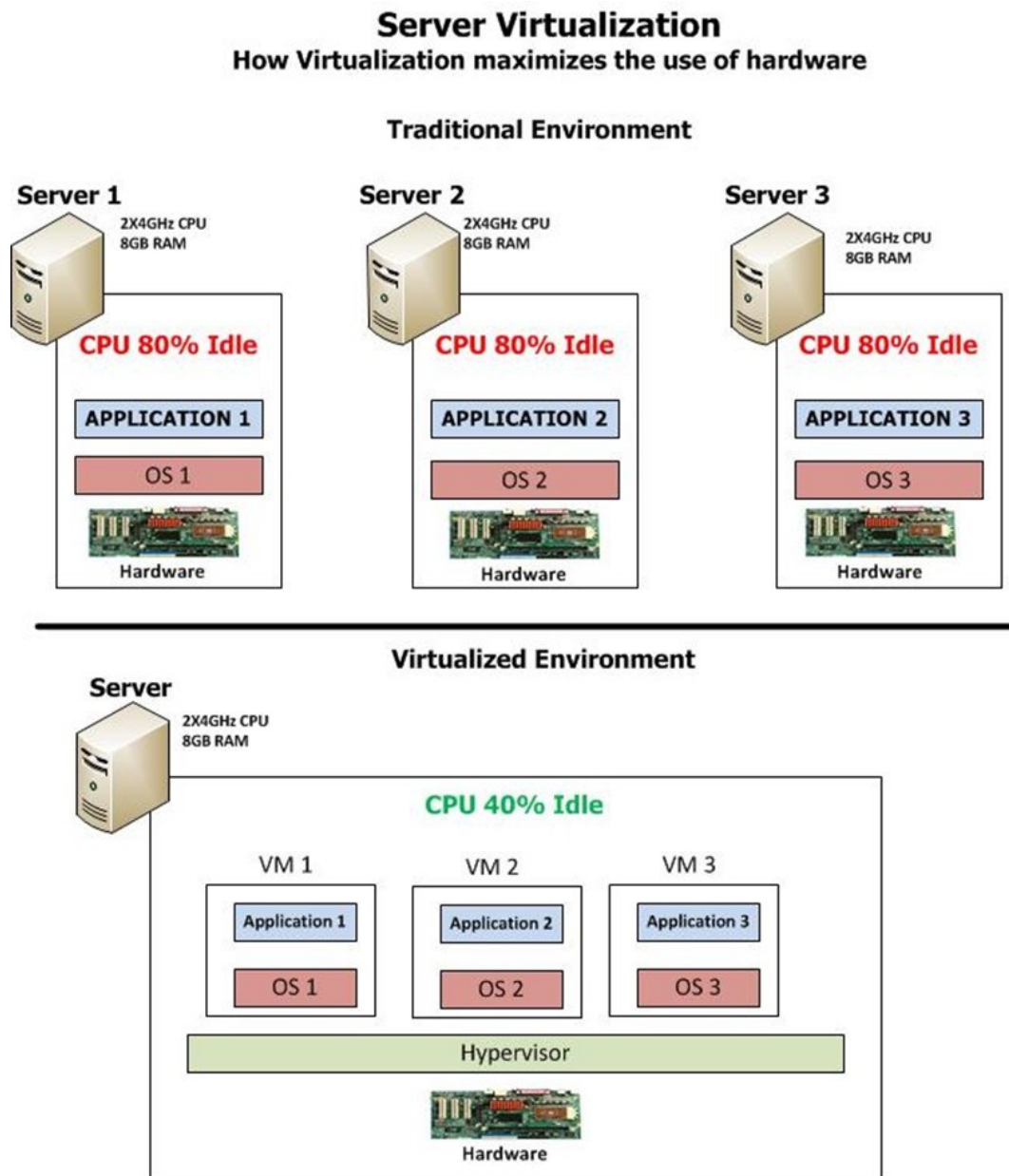
Onkin tärkeää löytää toimiva, vakaa ja kustannustehokas ratkaisu ja tutkimme virtualisoinnin hyötyä ja haasteita.

### 4.1 Resurssit

Yksi virtualisoinnin suurista eduista on resurssienkäytön optimointi joka on hyödyksi etenkin kun kyseessä on pieni yritys tai yksityishenkilö. Virtualisoinnin periaatteena onkin että jokaiselle virtuaalikoneelle annetaan vain tarvittu määrä resursseja isäntäkoneelta ja yhdeltä tietokoneelta ajetaan useita virtuaalisia palvelimia.

Taloudellisen hyödyn lisäksi ekologinen aspekti on mukana, sillä virtualisointi vähentää tarvittun raudan määrää jolloin sähkönkäyttö laskee merkittävästi etenkin kun kyseessä on useita palveluita tuottava yritys.

Myöskin työpisteet voidaan toteuttaa virtuaalikoneina yhdeltä palvelimelta, jolloin varsinainen työpiste ei vaadi fyysistä tietokonetta vaan pelkän kontrollerin (hiiri&näppäimistö) ja näytön. Pienemmille organisaatioille tämä voi olla merkittävä säästö pelkkien palvelimien virtualisoinnin lisäksi.



© Karun Subramanian

KUVA 8. Resurssien virtualisointi (Karun Subramanian. What is virtualization?)

#### **4.1.1 Suoritinytimet, keskusmuisti, tallennustila**

Kun virtuaalikone luodaan, sille asetetaan tietty määrä isäntäkoneen suoritinytimistä, keskusmuistista ja massamuistista käytettäväksi. Menetelmä on tehokas sillä usein on tarkasti tiedossa kuinka paljon tehoa haluttu palvelu vaatii ja näin rauta saadaan optimaalisesti käyttöön.

Ytimien, muistin ja tallennustilan määrää voidaan jälkepäin muokata dynaamisesti tarpeen mukaan. Prosessi vaatii virtuaalikoneen uudelleenkäynnistyksen.

#### **4.1.2 Muut resurssit**

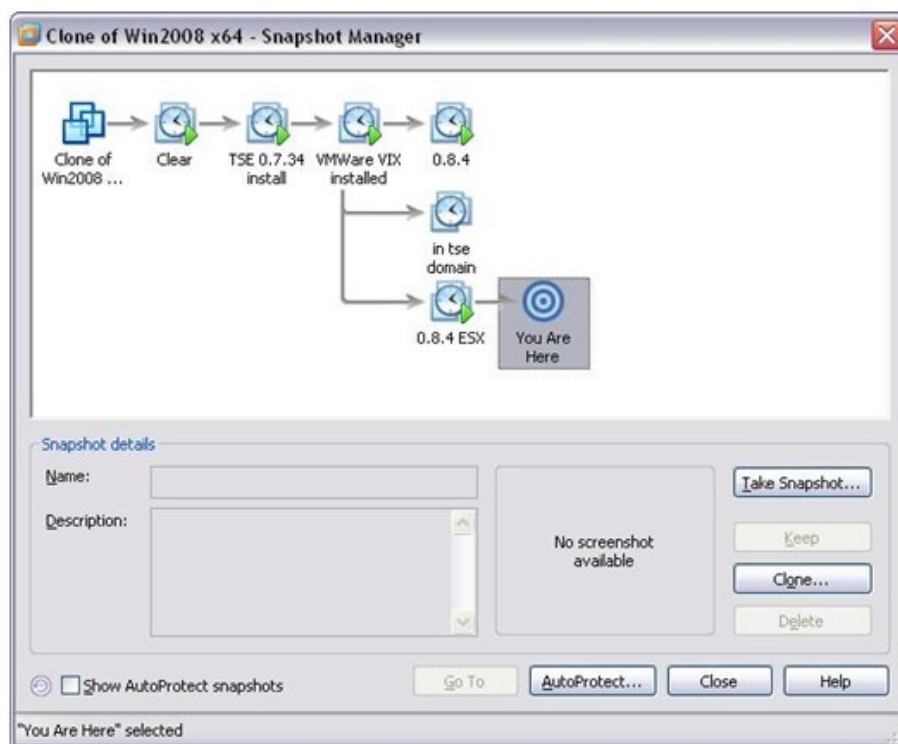
Kaikki tietokoneen resurssit voidaan virtualisoida ja tarpeettomat komponentit jättää pois, jolloin virtuaalikoneen optimaalinen suorituskyky tulee parhaiten esiin. Virtualisointitekniikoiden ja -sovellusten kehittyessä rautavirtualisointi on parantunut jatkuvasti ja tehokkuus parantunut.

Virtuaalikoneen komponentteja voidaan tarpeen mukaan kytkeä dynaamisesti päältä ja pois.

### **4.2 Ylläpito**

Virtuaalisovellukset tarjoavat huomattavia parannuksia ja työkaluja palvelimien ylläpitoon. Sovelluksen työkalujen hyödyn lisäksi virtualisoitu palvelin ei käytä fyysisen koneen kaikkia resursseja vaan pelkästään sille määrättyjä osia, jolloin myös virheiden laajuus sekä niiden paikallistaminen rajoittuu pienemmälle alueelle.

Snapshotit mahdollistavat virtuaalikoneen täyden kopion luomisen milloin tahansa ja tätä voidaankin hyödyntää niin päivitys- kuin vikatilanteissa sekä testiympäristöjen luomiseen.



KUVA 9. Snapshotien hyödyt (apriorit. Virtualization in testing)

#### 4.2.1 Sovelluspäivitykset

Snapshotin avulla päälläolevasta virtuaalipalvelimesta luodaan kopio johon halutut päivitykset asennetaan ilman varsinaisen palvelimen alasajoa. Kun päivitykset on asennettu ja päivitetty palvelin todettu toimivaksi se voidaan siirtää käyttöpalvelimeksi ilman käyttäjille huomattavaa palvelimen pitkää alasajoa.

MMORPG -pelipalvelimilla, joiden tarkoitus on olla jatkuvasti päällä tarjotakse palvelimen pelaajille parhaan käyttökokemuksen, lyhennetty downtime päivitysten yhteydessä on erityisen mielekästä eikä menetelmä lisää virhetilanteita, sillä päivitettävää palvelinta on helppo testata ennen varsinaista käyttöönottoa.

Tiedosto-, web- ja muut palvelimet hyötyvät myös pienemmästä alhaallaoloajasta, etenkin erilaiset verkkopankki- ja tunnistautumispalvelut, mutta suurelle osasta käyttäjistä ero ei näy samaan tapaan kuin MMORPG -pelipalvelimella.

Päivitysprosessin aikana tapahtuvat muutokset palvelimen tietokantaan jäävät voimaan sillä vahva oletus on että tietokantapalvelin on erillään itse pelipalvelimesta. Lähes reaaliaikainen palvelimen päivitys on mahdollista virtualisoinnin avulla.

#### **4.2.2 Rautapäivitykset**

Fyysiset rautapäivitykset kuten muistin tai tallennustilan lisääminen koneeseen on ilmiselvästi fyysinen muutos isäntäkoneeseen, joten virtualisoidut palvelimet on ajettava alas muutosten ajaksi.

Hot swap -tekniikka kuitenkin mahdollistaa komponenttien vaihtamisen koneen ollessa päällä. Kiintolevyjen vaihto on selkein esimerkki hot swap -tekniikasta, mutta kehittyneimmät laitteistot mahdollistavat jopa suorittimen tai muistin vaihdon koneen ollessa päällä. Hot swap -tekniikat ovat yleisesti käytössä suurten organisaatioiden tärkeimmissä palvelimissa mahdollisimman korkean uptimen saavuttamiseksi ja yhdessä virtualisoinnin tuomien mahdollisuuksien kanssa pitävät palvelinta toiminnassa mahdollisimman vähin tauoin.

#### **4.2.3 Varmuuskopiointi**

Virtualisointisovellusten mahdollistama virtuaalikoneen helppo kopiointi on selkeä etu varmuuskopiointia ajatellen. Snapshot -kopiot voidaan luoda lennosta ja järkevää onkin asettaa automatisoitu varmuuskopion luonti tietyin väliajoin.

Virtuaalikoneiden varmuuskopiot vievät toki tallennustilaa palvelinkoneelta joten kopioiden määrä on otettava huomioon ja rajoitettava, etenkin rajatun budjetin organisaatioissa. Säästöjen ja ekologisen toiminnan tavoite rajoittaa tallennustilan määrää.

Tallennustilan rajoissa virtuaalikoneiden varmuuskopiot on helppo arkistoida ja järjestää palvelimen nimen ja varmuuskopion ajankohdan mukaan. Nämä virtuaalikoneiden snapshotit voidaan tarvittaessa helposti siirtää esimerkiksi testiympäristöön tai rikkoutuneen palvelimen tilalle.

Verrattuna tavanomaiseen varmuuskopiointiin jossa käyttöjärjestelmän sisällä kopioidaan kiintolevyn osio toiselle kiintolevylle virtualisointisovellusten snapshot ominaisuus ei käytä palvelimelle varattuja laskentaresursseja, pois lukien kiintolevy, joten palvelimen ei tarvitse käyttää osaa laskentatehosta varmuuskopioprosessiin.

#### 4.2.4 Testaaminen

Arkistoitavien varmuuskopioiden lisäksi virtuaalikoneiden snapshotit mahdollistavat tuotannossa olevan palvelimen testaamisen sillä konfiguraatiolla millä se sillä hetkellä päällä on, ilman että palvelua tarvitsee ajaa alas.

Tuotannossa olevien palvelimien ohella on äärettömän helppo luoda virtuaalikoneita pelkkää testaamista ja laboratoriotyötä varten. Nämä testivirtuaalit on mahdollista asentaa samalle isäntäkoneelle millä tuotantopalvelimet pyörivät jolloin rauta on täysin sama testi- ja tuotantokoneissa. Virtuaalikoneiden ollessa sandbox -tilassa pyöriviä (eristettyjä, eivät vaikuta isäntäkoneen muihin ohjelmistoihin) testiympäristöissä suoritettuja testit, joka voi olla esimerkiksi haittaohjelman tarkoituksellinen livauttaminen palvelimelle, eivät vaaranna isäntäkoneen muita palvelinohjelmistoja.

Helpon ja nopean virtuaalikoneen luomisprosessin ansiosta eri käyttöjärjestelmien ja sovellusten testaaminen samalla raudalla on tehokasta ja vaivatonta.

### 4.3 Tehokkuus

Virtualisointi tuo mukanaan myös haasteita joista isäntäkoneen resurssien tehokas käyttö on merkittävä. Puhtaasti raudalle asennettu perinteinen palvelin käyttää koneen resursseja suoraan kun taas virtualisoidun palvelimen ja raudan välissä on hypervisor.

Loppukäyttäjälle virtuaalikoneet ovat usein uteliaisuuden ja testaamisen kohteita, tavallisesti tyypin 2 hypervisorilla virtualisoituja koneita pääkäyttöjärjestelmän, esimerkiksi Windowsin sisällä. Tällöin tehokkuus ei ole maksimoitu mutta virtuaalikoneiden käyttötarkoituksen ollessa yksityistä ei tehon menetys ole haitallista.

Tehokkaampaa virtualisointia saadaan aikaan tyypin 1 hypervisorilla jossa virtualisointisovellus itse on käytännössä isäntäkäyttöjärjestelmä. Taustaprosesseja ja ylimääräisiä ominaisuuksia mitä esimerkiksi Windowsiin kuuluu ei ole vaan kaikki teho kohdistetaan suoraan virtuaalikoneille. Tämä tapa onkin tarkoituksenmukainen palvelimia virtualisoidessa.

Virtualisointitekniikka on kehittynyt vuosien aikana ja hyötysuhde fyysiseltä raudalta virtuaalikoneelle on parantunut mutta pieni hävikki tehossa on läsnä.

### 4.3.1 Overhead

Overheadilla tarkoitetaan ylimääräistä tai epäsuoraa laskenta-aikaa, muistin- tai kaistankäyttöä tietyn tehtävän suorittamisen yhteydessä. Overhead on epätoivottavaa hukatun tehon vuoksi ja onkin yksi merkittävä tekijä virtualisoinnin hyötyjä ja haittoja puntaroidessa.

Esimerkiksi Hyper-V -virtualisointimenetelmän raportoitu overhead määrä on välillä 9-12%. Tällöin virtualisoitu kone käyttää tyypillisesti noin 90% suorittimen tehosta ja 10% tehosta kuluu overheadiin. Ero suoraan raudalla ajettavaan palvelimeen on tässä tapauksessa jo merkittävä.

Eroja virtualisoidun ja virtualisoimattoman koneen välillä on tutkittu ja alla oleva taulukko kuvaa lyhyesti erään virtuaalikoneen testattua suoritustehoa suoraan raudalla pyörivään koneeseen verrattuna. (stratoscale. Running Containers on Bare Metal vs. VMs: Performance and Benefits)

Taulukko 4. Virtualisoidun ja virtualisoimattoman koneen tehoja

| testi  | virtualisoitu kone                     | virtualisoimaton kone                  |
|--|--|--|
| tiedostojärjestelmän kirjoitus,<br>1073741824 tavua kopioitu | 8,5 sekuntia,<br>127 megatavua/sekunti | 6,6 sekuntia,<br>164 megatavua/sekunti |
| suorittimen teho,<br>268435456 tavua kopioitu                | 21 sekuntia,<br>12,8 megatavua/sekunti | 14 sekuntia,<br>19,4 megatavua/sekunti |

Maksimaalisen tehokkuuden vähentyminen on otettava huomioon suunniteltaessa palvelintoteutusta joko virtualisoituna tai ilman. Suuret organisaatiot voivat sisällyttää virtualisointia osittain palvelimiin jolloin overhead-ongelmia ei synny suuresti kun taas pienemmillä organisaatioilla taloudelliset ja tilalliset rajoitteet helposti nousevat maksimitien yläpuolelle.

Tekniikoiden kehittyminen vähentää virtualisoinnista johtuvaa overheadia ja tehostaa virtuaalikoneiden käyttöä. Suunnittelun ja konfiguroinnin hoitaminen hyvin tehostaa virtualisoinnin hyötyjä. Oracle esitti väitteen 'zero-overhead' virtualisoinnista Oracle SuperCluster T4-4 -julkaisun yhteydessä ja vaikka overhead ei täysin poistuisikaan on askel merkittävä virtualisoinnin saralla (Oracle. Is "Zero-Overhead Virtualization" Just Hype?)

## 5 POHDINTA

Innoituksena työlle toimi innostuminen virtualisoinnin tarjoamista mahdollisuuksista kun tutustuin virtualisointitekniikoihin harjoittelun yhteydessä. Lähtökohtana oli tarkastella virtualisoinnin tuomia hyötyjä moninpelejä ylläpitäville palvelimille ja yleisesti nykypäivän ympäristötilanteen johdosta palvelimien resurssienkäytön optimointi.

Tässä työssä esitetyt virtualisoinnin eri hyödyt ja muutamat haasteet ovat merkittäviä etenkin pienissä organisaatioissa, joissa taloudelliset säästöt voivat olla hyvin suuressa roolissa. Säästöjen ohella sähkönkäytön ja resurssienkäytön väheneminen, samalla kun palveluiden laatu nousee, on tulevaisuuden kannalta tärkeä pitää mielessä.

Oikein konfiguroituna virtualisoitu pelipalvelin mahdollistaa käyttäjän ja ylläpitäjän kannalta miellyttävämmän kokemuksen. Useissa MMORPG peleissä on viikottainen huoltotauko ja päivitysten yhteydessä lisää alhaallaoloaikaa. Molemmissa tapauksissa virtualisointia hyödyntämällä voidaan alhaallaoloaikaa vähentää ja mikäli virtualisoinnin tehokkuus pääsee hyvin lähelle natiivina pyörivää palvelinta on tämä erittäin todennäköistä isojenkin yritysten peleissä.

Virtualisointisovelluksia on tarjolla suuri määrä eri tarkoituksiin ja niiden jatkuva kehitys ja nouseva suosio johtaa mahdollisesti tilanteeseen, jossa optimoidut, virtualisointia hyödyntävät palvelimet ovat normi. Palvelinten valtavasta maailmanlaajuisesta määrästä johtuen virtualisoinnin hyödyt laskisivat päästöjä sähkönkulutuksen laskiessa ja arvokkaita resursseja säästyisi kun jokaiselle palvelimelle ei tarvita kokonaista omaa tietokonetta.

Suuret organisaatiot kykenevät taloudellisten vapausten ansiosta tuottamaan palvelimia tehokkaammin ilman käyttöjärjestelmien virtualisoinnin tuomaa overheadia mutta edistys virtualisoinnin tehokkuudessa saattaa muuttaa tilannetta tulevaisuudessa. Pienet yritykset hyötyvät suuresti virtualisoinnista niin asiakkaille tuotetuissa palveluissa kuin myös yrityksen sisäisissä ratkaisuissa, työpisteistä tiedostopalvelimiin.

## LÄHTEET

GIGABYTE. GIGABYTE Introduces its Line of Barebone Rack Servers Based on the Intel Xeon Processor E5 Family. Luettu 14.9.2019  
<https://www.gigabyte.com/de/Press/News/1138>

Wikipedia. Raspberry Pi. Luettu 14.9.2019  
[https://fi.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi#/media/Tiedosto:Raspberry\\_Pi\\_4\\_Model\\_B\\_-\\_Side.jpg](https://fi.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi#/media/Tiedosto:Raspberry_Pi_4_Model_B_-_Side.jpg)

Daily Mail. That's really cool: Facebook gives rare glimpse inside its gigantic Luleå server farm just 70 miles from the Arctic circle. Luettu 14.9.2019  
<https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3814105/That-s-really-cool-Facebook-gives-rare-glimpse-inside-gigantic-Lule-server-farm-just-70-miles-Artic-circle-Sweden.html>

Medium. Virtualization and Hypervisors. Luettu 6.10.2019  
<https://medium.com/@devanshagarwal121/virtualization-and-hypervisors-9c4c8f4ab27d>

Wikipedia. Hypervisor. Luettu 3.10.2019  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Hypervisor#/media/File:Hyperviseur.png>

VMware. ESXi. Luettu 3.10.2019  
<https://www.vmware.com/products/esxi-and-esx.html>

Xen Project. Luettu 3.10.2019  
<https://xenproject.org/>

Citrix. Citrix Hypervisor. Luettu 3.10.2019  
<https://www.citrix.com/en-gb/products/citrix-hypervisor/>

Proxmox. Proxmox VE. Luettu 3.10.2019  
<https://www.proxmox.com/en/proxmox-ve>

Wikipedia. Standard RAID levels. Luettu 9.10.2019  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Standard\\_RAID\\_levels#/media/File:RAID\\_4.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_RAID_levels#/media/File:RAID_4.svg)

SlideShare. Using the cloud to build a MMORPG. Luettu 9.10.2019  
<https://pt.slideshare.net/ACMBangalore/using-the-cloud-to-build-a-mmorpg/3>

Karun Subramanian. What is virtualization?. Luettu 7.10.2019  
<http://karunsubramanian.com/linux/what-is-virtualization/>

apriorit. Virtualization in Software Testing: Advantages and Disadvantages. Luettu 9.10.2019  
<https://www.apriorit.com/qa-blog/223-virtualization-in-testing>

stratoscale. Running Containers on Bare Metal vs. VMs: Performance and Benefits. Luettu 8.10.2019  
<https://www.stratoscale.com/blog/data-center/running-containers-on-bare-metal/>

Oracle. Is "Zero-Overhead Virtualization" Just Hype?. Luettu 9.10.2019  
<https://blogs.oracle.com/infrastructure/is-zero-overhead-virtualization-just-hyp>

**LIITTEET**

Liite 1. Facebookin konesali, Luulaja Ruotsi

